

## КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИРОДНИХ МІНЕРАЛЬНИХ СОРБЕНТІВ

*Цимбалюк В. В., доцент кафедри хімії, екології  
та методики їх навчання*

*Данильченко О. Є., студентка II курсу*

Серед сучасних природоохоронних заходів з попередження забруднення водних об'єктів, важлива роль належить сорбційним методам очищення природних і стічних вод за участю природних мінеральних сорбентів. Аналіз літератури [1–2] свідчить, що відомі природні сорбенти (монтморилоніти, діатоміти, опоки, палигорськіти) завдяки доступності, невисокій вартості та поліфункціональним сорбційним властивостям широко використовуються в технологіях водопідготовки та водоочищення.

Необхідна умова ефективного практичного застосування природних сорбентів як фільтруючих матеріалів, йонообмінників і власне сорбентів – знання фізичної хімії їх поверхні, колоїдно-хімічних, структурно-сорбційних та йонообмінних властивостей. Вивченню названих питань присвячене це дисертаційне дослідження. Дослідження у цій галузі – теоретична основа раціонального підбору природних сорбентів для їх використання у процесах очистки води від дисперсних домішок, молекулярно та йонно-розчинених речовин.

За особливостями будови, хімічним складом і фізико-хімічними властивостями виділяють три групи природних мінеральних сорбентів: дисперсні кремнеземи, шаруваті та шарувато-стрічкові силікати, каркасні силікати (цеоліти). Крім того, в практиці водоочистки можуть бути використані гірські породи та мінерали, які не відносяться до жодної з вказаних груп сорбентів: перліти, азбести, боксити, магнезити, доломіти тощо [1].

*Дисперсні кремнеземи* мають осадове походження. Вони на 60–95 % складаються з аморфного  $\text{SiO}_2$  [1]. *Шаруваті та шарувато-стрічкові силікати* за особливостями пористої структури можна розділити на три типи [2; 3]: шаруваті силікати з коміркою, що розширюється (основні представники – монтморилоніт і вермикуліт), шаруваті силікати з жорсткою структурною коміркою (каолініт, гідрослюда, глауконіт, пірофіліт, тальк), шарувато-стрічкові силікати (палигорськіт, сепіоліт). У групі *каркасних силікатів*, характеризуючи їх на основі адсорбційних та йоннообмінних властивостей, необхідно перш за все виділити цеоліти й споріднені їм мінерали содаліт-скаполітканкринітової групи [4]. Природні цеоліти відомі давно [4], проте лише в кінці 60-х – на початку 70-х років ХХ ст. у різних країнах світу вони привернули увагу технологів завдяки своїм унікальним адсорбційним, йонообмінним, фільтрувальним, каталітичним властивостям, простоті видобування та дешевизні. Зараз відкрито більше сорока їх різновидів. На території України є великі

промислові поклади клиноптилоліту (КЛ), модерніту, філіпситу та інших мінералів цеолітної структури [5].

За характером пористості всі адсорбенти окремі автори [6; 7] поділяють на чотири типи: непористі, однорідно-великопористі, однорідно-дрібнопористі та неоднорідно-пористі. Найповніше систематичне дослідження залежності характеру адсорбції від розмірів пор адсорбенту виконав М.М. Дубинін [8]. Згідно з проведеними дослідженнями, всі пори вуглецевих сорбентів можна розділити на три групи за величиною їх ефективного радіуса (ефективний радіус дорівнює подвійному відношенню площі нормального перерізу пори до її периметра). Макропори [6; 7] відповідно до цієї класифікації мають ефективний радіус, який перевищує 100 нм. Пори з ефективними радіусами від 100 до 15–16 нм є перехідними. Пори розміром менше 1,5 нм вважають мікропорами. Автори [3; 6; 7] відокремили з загальної кількості пор радіусом менше 1,5–1,6 нм групу субмікропор радіусом 0,7 нм. У площині перерізу таких пор може розміститися не більше двох молекул (азоту або аргону). Пори радіусом менше 1,5 нм, але більше 0,5–0,7 нм назвали супермікропорами. Вони є перехідною ділянкою пористості, упродовж якої характерні ознаки мікропор поступово зникають, в той час проявляються властивості мезопор. Загальна питома поверхня макропор не перевищує  $(2-4) \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{кг}$ , питома поверхня перехідних пор з радіусом більше 1,5 нм не перевищує  $400 \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{кг}$ . На ділянці пор з радіусом понад 0,5 нм і менше 1,5–1,6 нм відбувається переважно адсорбція з парів та розчинів [9].

Окремою групою варто відмітити глинисті мінерали – змішанопористі утворення, які в своїй структурі містять мікро-, мезо- та макропори. За походженням і формою пор цих типів, співвідношенням їх об'ємів окремі представники глинистих мінералів суттєво відрізняються один від одного. Враховуючи ці відмінності та особливості будови первинних елементів структури, була запропонована класифікація глинистих мінералів за їх пористістю. Вона розглянута [1; 9] і використовується при дослідженні та класифікації глинистих сорбентів.

### Список використаних джерел

1. Тарасевич Ю. И. Природные сорбенты в процессах очистки воды / Тарасевич Ю. И. – К. : Наукова думка, 1981. – 302 с.
2. Тарасевич Ю. И. Пористость природных минеральных сорбентов / Ю. И. Тарасевич // Украинский химический журнал. – 1969. – Т. 35, № 10. – С. 1112–1113.
3. Тарасевич Ю. И. Адсорбция на глинистых минералах / Ю. И. Тарасевич, Ф. Д. Овчаренко. – К. : Наукова думка, 1975. – 351 с.
4. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита / Брек Д.; [пер. с англ. А. Л. Клячко, И. В. Мишина, В. И. Якерсова]. – М. : Мир, 1976. – 782 с.

5. Технологія очищення стоків з застосуванням природних дисперсних сорбентів / Р. Петрусь, М. Мальований, Й. Варчол [та ін.] // Хімічна промисловість України. – 2003. – № 2. – С. 20–22.
6. Кельцев Н. В. Основы адсорбционной техники / Кельцев Н. В. – М. : Химия, 1984. – 592 с.
7. Адсорбция органических веществ из воды / [Когановский А. М., Клименко Н. А., Левченко Т. М., Рода Н. Г]. – Л. : Химия. – 1990. – 256 с.
8. Дубинин М. М. Поверхность и пористость адсорбентов / М. М. Дубинин // Успехи химии. – 1982, Т. 51, № 7. – С. 1065–1074.
9. Когановский А. М. Адсорбционная технология очистки сточных вод / Когановский А. М. – Л. : Химия. – 1981. – 204 с.